NORMA ARGENTINA

IRAM 2281-8*

Segunda edición
2016-09-05

AEA 95501-8

Puesta a tierra de sistemas eléctricos

Parte 8 - Puesta a tierra de soportes y artefactos para uso eléctrico en la vía pública con tensiones nominales menores o iguales a 1 kV

Código de práctica

Earthing (grounding) of electrical systems
Part 8 - Earthing (grounding) of supports and fixtures electrical appliances used on public roads with nominal voltages less than or equal to 1 kV
Code of Practice

*** Corresponde a la revisión de la primera edición, a la que esta segunda edición reemplaza.**

Referencia Numérica:
IRAM 2281-8:2016
AEA 95501-8:2016

IRAM 2016-09-05
No está permitida la reproducción de ninguna de las partes de esta publicación por cualquier medio, incluyendo fotocopiado y microfilmación, sin permiso escrito del IRAM.

Prefacio AEA

La Asociación Electrotécnica Argentina es una entidad sin fines de lucro creada en 1913 para fomentar el estudio y el desarrollo de todos los campos de la Electrotecnia. Entre sus propósitos se incluye dictar y publicar documentos normativos vinculados a la electrotécnica, en particular los concernientes al diseño, construcción, verificación y mantenimiento de instalaciones eléctricas, y la certificación de instalaciones eléctricas y de personas; conforme a los principios del desarrollo sustentable, poniendo énfasis en la seguridad de las personas y los bienes, la preservación del medio ambiente y la conservación de recursos energéticos.

Sus miembros son profesionales independientes, que forman la base societaria, y los socios colectivos, integrados por entidades nacionales y provinciales, empresas privadas y públicas, y universidades, todos ellos vinculados con la actividad del sector eléctrico.

La AEA, asociada con IRAM y a través del Comité Electrotécnico Argentino (CEA), forma parte de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI o IEC), fundada en 1906 con la misión de promover la cooperación internacional en todo lo referente a la normalización y actividades afines en el campo de la electrotecnología. Las actividades del CEA se desarrollan desde su creación en la sede de la AEA.

Asimismo la AEA es miembro de los organismos siguientes:

- Conseil International des Grands Réseaux Électriques (CIGRÉ)
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM)
- Asociación para la Promoción de la Seguridad Eléctrica (APSE)

Prefacio IRAM

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) es una asociación civil sin fines de lucro cuyas finalidades específicas, en su carácter de Organismo Argentino de Normalización, son establecer normas técnicas, sin limitaciones en los ámbitos que abarquen, además de propender al conocimiento y la aplicación de la normalización como base de la calidad, promoviendo las actividades de certificación de productos y de sistemas de la calidad en las empresas para brindar seguridad al consumidor.

IRAM es el representante de Argentina en la International Organization for Standardization (ISO), en la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), en la Asociación MERCOSUR de Normalización (AMN) y es miembro de la IEC a través del Comité Electrotécnico Argentino (CEA).

La IRAM 2281 está compuesta, además, por las partes siguientes:

Parte 1 - Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Consideraciones generales. Código de práctica.

Parte 2 - Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Guía de mediciones de magnitudes de puesta a tierra (resistencias, resistividades y gradientes).

Parte 3 - Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Instalaciones industriales y domiciliarias (inmuebles) y redes de baja tensión. Código de práctica.

Parte 4 - Puesta a tierra. Sistemas eléctricos, centrales, subestaciones y redes. Código de práctica.

Prefacio AEA IRAM

En el mes de Diciembre de 2007 la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) y el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) suscribieron el Acuerdo de Cooperación y Complementación entre ambas instituciones, para establecer un marco institucional que mejore y ordene las actividades de estudio y publicación de documentos normativos en el campo de la electrotecnia que vienen desarrollando ambas instituciones, de manera que la AEA y el IRAM operen en forma coordinada, complementaria y armónica en este terreno.

Con el objeto de perfeccionar instrumentos que posibiliten la implementación efectiva del citado acuerdo, en las diferentes áreas de interés mutuo, las partes acordaron el estudio de Documentos Normativos de doble designación elaborados por organismos de estudio conjuntos, bajo la supervisión de una Comisión de Enlace constituida por representantes de la AEA y el IRAM.

Este documento es el fruto del consenso técnico entre los diversos sectores involucrados, los que a través de sus representantes han intervenido en los Organismos de Estudio conjuntos entre la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) y el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM).

Este documento reemplaza a la norma IRAM 2281-8:2008.

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

Índice

Página

0 INTRODUCCIÓN 5

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 5

2 DOCUMENTOS NORMATIVOS PARA CONSULTA 6

3 DEFINICIONES 7

4 GUÍA PARA LA EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS SOPORTES.....10

5 ESQUEMAS DE PUESTA A TIERRA PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS SOPORTES.....13

Anexo A (Informativo) Resistencia a la corrosión de algunos materiales metálicos de electrodos de puesta a tierra en función de los parámetros del suelo donde estarán enterrados 28

Anexo B (Informativo) Bibliografía 29

Anexo C (Informativo) Integrantes de los organismos de estudio 30

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

Puesta a tierra de sistemas eléctricos

Parte 8 - Puesta a tierra de soportes y artefactos para uso eléctrico en la vía pública con tensiones nominales menores o iguales a 1 kV

Código de práctica

0 INTRODUCCIÓN

Tal como lo define la norma IRAM 50-1, esta norma es un código de práctica, es decir un documento que recomienda las técnicas o los procedimientos para el diseño, la fabricación, la instalación y el mantenimiento o la utilización de equipos, estructuras y productos.

En este caso se trata de instalaciones de puesta a tierra de soportes de artefactos de utilización eléctrica y de empleo general en la vía pública y espacios públicos exteriores, que incluyen un conjunto de productos (jabalinas, cables, etc.) que forman una estructura física y eléctrica destinada a la protección de vidas (humanas, animales) y de bienes.

La presente edición de esta norma se realiza para actualizar la edición de la IRAM 2281-8 del año 2008 por los motivos siguientes:

a) La publicación de la edición de 2014 de la IRAM 2281-3/AEA 95501-3.

b) La publicación de la AEA 95703 “Reglamentación para la ejecución de instalaciones de alumbrado público”.

Esta parte 8 es una parte relevante y complementaria de las instalaciones eléctricas incluidas en la AEA 90364 y la AEA 95703.

En las normas IRAM de columnas para alumbrado y en la norma IRAM/AADL de luminarias se indica que, tanto las columnas como las luminarias, deben tener dispositivos para su puesta a tierra.

Como es sabido, generalmente, las normas técnicas son de aplicación voluntaria pero se han impuesto mundialmente por las evidentes ventajas que su existencia y contenido representan para todos los sectores que constituyen la actividad económica de un país y en el caso de este código de práctica, para que las instalaciones de puesta a tierra satisfagan sus condiciones técnicas de uso.

Advertencia AEA-IRAM. A juicio de la comisión de expertos de la AEA y del IRAM: se recomienda que los sistemas de puesta a tierra se diseñen e instalen (con materiales normalizados y certificados) bajo la responsabilidad de profesionales con incumbencias y competencias específicas, con la categoría que determine la autoridad de aplicación correspondiente para cada caso.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Especificar las características esenciales que deben reunir las instalaciones de puesta a tierra en las instalaciones eléctricas de baja tensión para prevenir los efectos fisiológicos en el cuerpo humano, en animales y los daños contra los bienes que puede provocar la corriente eléctrica.

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

1.2 Esta norma es un código de práctica para la construcción y aplicación de puestas a tierra de soportes y artefactos de baja tensión, hasta 1 kV en corriente alterna (50 Hz) o hasta 1,5 kV en corriente continua, en la vía pública, en áreas al aire libre con acceso público (restringido o no). Por ejemplo: instalaciones de alumbrado público, destinadas a vías de tránsito automotor, seguridad, ornamentación, sistemas de señales de control vial e iluminación temporal de guirnaldas, en la vía pública, plazas, barrios cerrados, countries, clubes de campo, proyectores o reflectores colocados sobre columnas o en el piso, etc.

1.3 Esta norma no se aplica a instalaciones en jardines, parques, playas de estacionamiento e instalaciones de iluminación subacuática.

2 DOCUMENTOS NORMATIVOS PARA CONSULTA

Los documentos normativos que se indican a continuación son indispensables para la aplicación de este documento.

Para los documentos normativos en los que no se indica el año de publicación, se aplican las ediciones vigentes, incluyendo todas sus modificaciones. Todo documento normativo que se menciona a continuación es indispensable para la aplicación de este documento.

IRAM 2164 - Cables preensamblados con conductores de cobre aislados con polietileno reticulado para acometidas, desde líneas aéreas de hasta 1,1 kV.

IRAM 2178-1 - Cables aislados con dieléctricos sólidos extruidos para tensiones nominales desde 1 kV (U_m = 1,2 kV) hasta 33 kV (U_m = 36 kV). Parte 1 - Cables de potencia, de control, de señalización y de comando para tensiones nominales de 0,6/1 kV (U_m = 1,2 kV).

IRAM 2178-2 - Cables aislados con dieléctricos sólidos extruidos para tensiones nominales desde 1 kV (U_m = 1,2 kV) hasta 33 kV (U_m= 36 kV). Parte 2 - Cables de potencia para tensiones nominales de 3,3 kV (3,6 kV) hasta 33 kV (36 kV).

IRAM 2281-1 - Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Consideraciones Generales. Código de práctica.

IRAM 2281-2 - Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Guía de mediciones de magnitudes de puesta a tierra (resistencia, resistividades y gradientes).

IRAM 2281-3 / AEA 95501-3 - Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Instalaciones con tensiones nominales menores o iguales a 1 kV. - Parte 3 - Código de práctica.

IRAM 2263 - Cables preensamblados con conductores de aluminio aislados con polietileno reticulado para líneas aéreas de hasta 1,1 kV.

IRAM 2309 - Materiales para puesta a tierra. Jabalina cilíndrica de acero-cobre y sus accesorios.

IRAM 2310 - Materiales para puesta a tierra. Jabalina cilíndrica de acero cincado y sus accesorios.

IRAM 2315 - Materiales para puesta a tierra. Soldadura cuproaluminotérmica.

IRAM 2379 - Sistemas (*redes*) de distribución y de alimentación eléctrica en corriente alterna. Clasificación de los esquemas de conexiones (puestas) a tierra de las redes de distribución y de alimentación y de las masas de las instalaciones eléctricas de baja tensión (tensiones nominales de hasta 1 000 V).

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

IRAM 2466 - Materiales para puesta a tierra. Alambres de acero recubierto de cobre trefilado duro.

IRAM 2467 - Materiales para puesta a tierra. Conductores de acero recubiertos de cobre cableados en capas concéntricas.

IRAM 2619 - Columnas para alumbrado. Características generales.

IRAM 60301-1 - Cobre y sus aleaciones. Método para la determinación de vestigios de arsénico por la técnica de Gutzeit.

IRAM 60302 - Cobre y sus aleaciones. Determinación de cinc. Método complejométrico con sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).

IRAM 60301-2 - Cobre refinado al fuego. Método para la determinación de arsénico por espectrofotometría del ácido arsenomolíbdico.

IRAM-AADL J 2020-1 - Luminarias para vías públicas. Características de diseño. Parte 1: Luminarias de apertura por gravedad.

IRAM-AADL J 2020-2 - Luminarias para vías públicas. Características de diseño. Parte 2: Luminarias de apertura superior y lateral.

IRAM-AADL J 2021 - Alumbrado público. Luminarias para vías de tránsito. Requisitos y métodos de ensayo.

IRAM-AADL J 2028-1 - Luminarias. Requisitos generales y métodos de ensayo.

IRAM-NM 247-3 - Cables aislados con policloruro de vinilo (PVC) para tensiones nominales hasta 450/750 V, inclusive. Parte 3: Cables unipolares (sin envoltura) para instalaciones fijas.

IRAM-NM 280 - Conductores de cables aislados.

AEA 90364 - Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles.

AEA 95101 - Reglamentación sobre líneas subterráneas exteriores de energía y telecomunicaciones.

AEA 95201 - Reglamentación líneas aéreas exteriores de baja tensión.

AEA 95703 - Reglamentación para la ejecución de instalaciones de alumbrado público.

IEC 60598-1 - Luminaires - General requirements and tests.

3 DEFINICIONES

Para los fines de la presente norma se aplican las definiciones siguientes:

3.1 masas. Partes metálicas accesibles de los elementos de la instalación y de los elementos eléctricos que están separadas de las partes bajo tensión solamente por una aislación básica y que son susceptibles de ser puestas bajo tensión como consecuencia de una falla. Esta falla puede resultar de un defecto de la aislación básica, o de las disposiciones de fijación y protección.

NOTA. Son masas las piezas metálicas que forman parte de las canalizaciones eléctricas, los soportes de los aparatos eléctricos con aislación básica y de las piezas colocadas en contacto con la envoltura exterior de estos aparatos. Por extensión,

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

también puede ser necesario considerar como masa a todo objeto metálico situado en la proximidad de partes bajo tensión no aisladas y que presente un riesgo apreciable de encontrarse unido eléctricamente con esas partes bajo tensión, como consecuencia de una falla de los elementos de fijación (por ejemplo: aflojamiento de una conexión, rotura de un conductor, etc.).

3.2 puesta a tierra. Conjunto de todos los medios y disposiciones para conectar o *poner a tierra* (ver 3.4).

3.3 instalación de puesta a tierra. Conjunto de elementos, unidos eléctricamente a la masa de la Tierra, con la finalidad de proteger personas, animales y bienes de los efectos dañinos de la corriente eléctrica, o fijar un potencial de referencia o conducir a tierra las corrientes de rayos u otras descargas eléctricas atmosféricas.

Se compone de la totalidad de los electrodos dispersores, conductores de protección, conductores colectores y puentes (o placas) colectores.

3.4 conectar o *poner a tierra*. Conectar eléctricamente con la tierra conductora (suelo), mediante la instalación de puesta a tierra, un punto del circuito de servicio o una parte no perteneciente a este circuito.

3.5 electrodos dispersores o de puesta a tierra o *tomas de tierra*. Conductores introducidos en el suelo y conectados eléctricamente a él mediante una unión íntima, conductora de corriente, tales como: placas, cintas, jabalinas, cables, alambres, etc. o conductores embutidos o embebidos en el hormigón que están en contacto íntimo con el suelo en una superficie grande. Las partes desnudas (no aisladas) de las conexiones enterradas, se consideran como partes integrantes del electrodo dispersor.

3.5.1 electrodos específicos (o artificiales). Son los fabricados expresamente para la instalación de puesta a tierra. Por ejemplo: jabalinas, cables o alambres para puesta a tierra.

3.5.2 electrodo de tierra natural. Pieza metálica que está en contacto directo con la tierra o el agua, o bien a través del hormigón y cuyo objetivo principal no es la puesta a tierra, pero que actúa como un electrodo de tierra.

Por ejemplo: cañerías, armaduras de hormigón, piezas de acero de edificios, etc.

3.6 conductor de puesta a tierra (CPT). Conductor que provee un camino conductor (o una parte de un camino conductor) entre un punto dado de una red (sistema) o de una instalación, o de un equipamiento y una toma (un electrodo) de tierra.

3.7 conductor de protección (PE). Conductor de puesta a tierra que está previsto para la seguridad eléctrica.

El conductor de protección (PE) puede estar compuesto por un único conductor o bien formar parte de un conjunto de conductores, que conforman un mismo cable.

3.8 tierra de referencia o suelo eléctricamente neutro (SEN). Zona del suelo, en particular de su superficie, tan alejada del electrodo dispersor que no existen diferencias de potencial entre distintos puntos en esta zona.

3.9 resistencia de puesta a tierra o de dispersión. Cociente entre la tensión que alcanza un punto de la instalación de puesta a tierra con respecto a la tierra de referencia o el suelo eléctricamente neutro (SEN) y la corriente que circula por ella.

3.10 resistencia global (de puesta a tierra). Resistencia de puesta a tierra considerando la acción conjunta de la totalidad de las tomas de tierra interconectadas.

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

3.11 tensión de puesta a tierra (U_E). Diferencia de potencial que se produce entre una instalación de puesta a tierra y la tierra de referencia o el suelo eléctricamente neutro (SEN), cuando pasa una corriente a través de la instalación hacia la tierra.

3.12 tensión de contacto (U_C). Diferencia de potencial (parte de la tensión de puesta a tierra) a la que puede quedar sometido el cuerpo humano entre la mano y el pie o entre una mano y la otra (distancia horizontal de aproximadamente 1 m entre partes afectadas).

3.12.1 tensión de contacto presunta. Tensión de contacto que aparece entre masas simultáneamente accesibles cuando esas masas no están en contacto eléctrico con una persona o un animal.

3.12.2 tensión límite convencional de contacto (U_L). Valor máximo de la tensión de contacto presunta que es admisible mantener indefinidamente bajo condiciones especificadas de influencias externas.

3.12.3 tensión de contacto efectiva. Tensión entre masas tocadas simultáneamente por una persona o por un animal.

NOTA. El valor de la tensión de contacto efectiva puede estar sensiblemente influenciado por la impedancia de la persona o del animal en contacto eléctrico con esas masas.

3.13 contacto directo. Contacto eléctrico de una persona o de un animal con las partes activas de aparatos, máquinas, artefactos o instalaciones eléctricas.

3.14 contacto indirecto. Contacto de una persona o de un animal con masas puestas bajo tensión (electrizadas), como consecuencia de fallas de aislación.

3.15 choque eléctrico. Efecto fisiológico causado por el paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano o del cuerpo de un animal.

3.16 corriente máxima de falla a tierra. Valor máximo de la corriente de falla a tierra que puede circular por la instalación.

3.17 corriente efectiva de falla. Valor eficaz de la corriente de falla mínima necesaria para que actúen las protecciones eléctricas de sobrecorrientes (fusibles, interruptores termomagnéticos, interruptores diferenciales, etc.).

3.18 tipo de esquema de conexiones a tierra. Configuración de la instalación según como esté puesta a tierra la alimentación, como estén puestas a tierra las masas de la instalación y como se vinculan ambas puestas a tierras.

3.19 alimentación (o fuente) de energía eléctrica (*alimentación*). Genéricamente, toda parte del sistema eléctrico desde la acometida hasta la fuente de suministro de energía (que incluye los conductores de alimentación).

3.20 instalación eléctrica (*instalación*). Toda parte del sistema eléctrico ubicada entre la acometida y cada punto de utilización de la energía.

3.21 lazo de falla. Circuito cerrado que comprende a las impedancias de la fuente de alimentación y del (de los) conductor(es) de la instalación eléctrica hasta llegar a la falla en la masa de la carga y retornar a la fuente según el camino eléctrico correspondiente al esquema de conexión a tierra utilizado.

3.22 tensión del neutro. Potencial que puede alcanzar el neutro de un sistema de distribución de baja tensión, aún bajo condición de falla de *fase a tierra o a parte metálica vinculada con tierra*, respecto de una tierra que no está conectada al neutro. El valor máximo permanente no debe superar los 50 V.

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

3.23 corriente de contacto (I_c). Corriente eléctrica que atraviesa el cuerpo humano, o el de un animal, cuando dicho cuerpo entra en contacto con una o más partes accesibles de una instalación o equipamiento eléctrico.

3.24 línea aérea convencional de baja tensión. Línea aérea exterior tendida sobre estructuras con soportes que suspenden y retienen a sus conductores unipolares de BT, utilizando accesorios especiales para tal fin.

3.25 línea aérea preensamblada de baja tensión. Línea aérea exterior, tendida sobre estructuras o dispuesta sobre fachadas y muros, con soportes que suspenden y retienen a un cable preensamblado de BT (IRAM 2263 e IRAM 2164), utilizando accesorios especiales para tal fin.

3.26 soporte para uso eléctrico. Columna o soporte en general que es capaz de portar artefactos para uso eléctrico exterior (por ejemplo: luminarias para alumbrado en la vía pública según la IRAM-AADL J 2020, semáforos, reflectores, cámaras, señalización vehicular, etc.).

3.27 instalación o línea dedicada (ID). Instalación o línea (aérea o subterránea) propia del uso eléctrico de alimentación a uno o más artefactos para un mismo fin.

4 GUÍA PARA LA EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS SOPORTES

4.1 Características, largo y sección mínima del conductor de puesta a tierra (CPT) enterrado

a) Características:

Los conductores deben ser de cobre según IRAM-NM 280, clase 2 o acero cobre según IRAM 2467, ambos desnudos, o cobre aislado color verde amarillo según IRAM-NM 247-3 o IRAM 62267.

b) Largo:

En todos los casos se recomienda que la parte del CPT que asegura la puesta a tierra del soporte metálico o de hormigón armado (SMHA) y que está situado debajo del nivel del suelo, tenga un largo suficiente para que no se corra el riesgo de que se pueda romper en el caso de una caída accidental del SMHA al suelo (ver figura 1).

c) Sección mínima:

- si la conexión al soporte es interior, a través del soporte y accesible por una abertura (*ventana*) a tal fin, debe ser de 6 mm^2 como mínimo;
- si la conexión al soporte es exterior, debe ser de 10 mm^2 como mínimo protegida mecánicamente en todo su desarrollo exterior.

4.2 Características y secciones mínimas de los conductores de protección (PE) en el interior del SMHA

a) Características:

Los conductores deben ser de cobre aislado, de color verde amarillo, unipolares según IRAM-NM 247-3 o IRAM 62267 o multipolares según IRAM 2178, IRAM 2268 o IRAM 62266.

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

b) Sección mínima:

- debe ser de 2,5 mm^2 si es un conductor unipolar, protegido mecánicamente frente a roces.
- debe ser de 1,5 mm^2 si es un conductor que forma parte de un cable multipolar.

NOTA. Se puede emplear como conductor PE interno el cuerpo del soporte metálico, de un solo tramo y sin bridas de unión. A tal fin se deben disponer *bloquetes*, soldados internamente al soporte, para su conexión a razón de un bloquete por conexión.

4.3 Toma de tierra individual de cada SMHA

En general, las puestas a tierra individuales (ver figura 1) pueden estar constituidas por uno (o varios) de los sistemas típicos siguientes:

a) En suelos que permiten el hincado: una jabalina de acero-cobre, según IRAM 2309, de 1,5 m de largo mínimo, hincada verticalmente. La parte superior de la jabalina debe estar enterrada a 0,20 m del nivel del suelo local como máximo (ver figura 1a).

b) En suelos duros que no permiten el hincado: un conductor desnudo de cobre o acero-cobre de 35 mm^2, 7 hilos, dispuesto a 0,20 m de profundidad como máximo, que forme un anillo alrededor del soporte, a 0,80 m del soporte como máximo (ver figura 1b).

c) En suelos de alta resistividad eléctrica y duros que no permiten el hincado: un anillo como el indicado en el punto b) anterior, conectado a un conductor desnudo de cobre o acero-cobre de sección mínima de 35 mm^2, 7 hilos, dispuesto conjuntamente con la canalización subterránea de los cables de alimentación, que forme así un dispersor horizontal en contacto directo con el terreno natural (ver figura 1c).

NOTA. En suelos de constatada agresividad hacia el cobre (por ejemplo con alto nivel de alcalinidad y presencia de humedad), en los tres casos se deben emplear jabalinas y conductores de acero galvanizado y se debe establecer una rutina de revisión de los electrodos. Además se debe considerar la corrosividad potencial o real del suelo o terreno hacia el acero enterrado (ver anexo A).

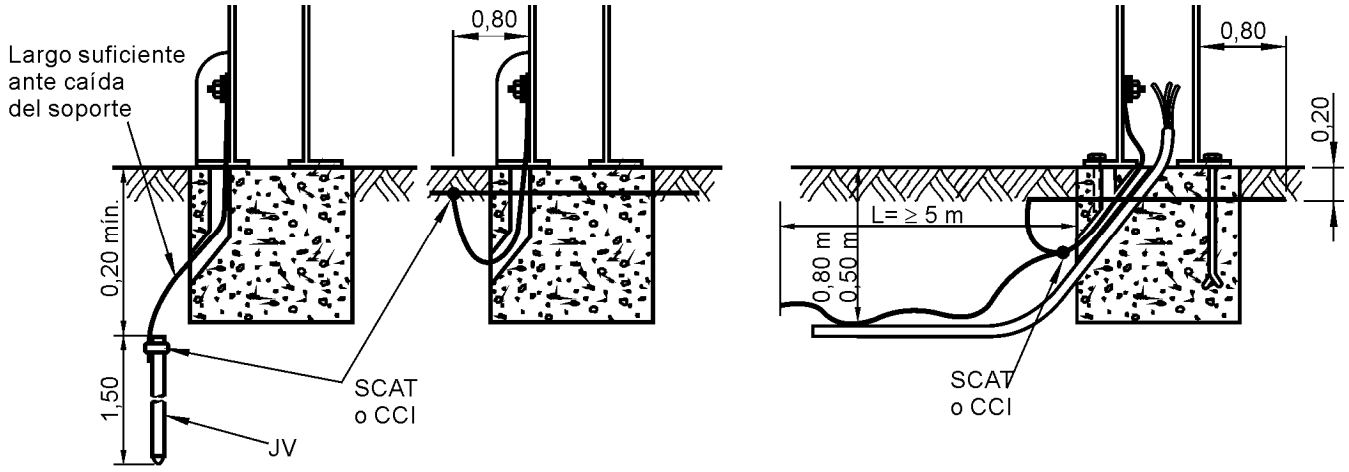
La puesta a tierra de cada SMHA se debe realizar con un CPT conectado a la jabalina o al anillo, mediante un conector a compresión irreversible o mediante soldadura cuproaluminotérmica.

El CPT, el anillo y el dispersor horizontal (si existe) se pueden realizar con un único conductor de 35 mm^2.

El anillo horizontal también se puede utilizar en conjunto con una jabalina vertical, para reducir la resistencia eléctrica de la toma de tierra.

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

Medidas expresadas en metro



a) Mediante jabalina **b) Mediante anillo dispersor** **c) Mediante anillo y cable dispersor horizontal**

Referencias:

SCAT: Soldadura cuproaluminotérmica (unión soldada paralela).
JV: Jabalina vertical.
CCI: Conector a compresión irreversible.

NOTA. Las canalizaciones y conexiones al soporte deben ser preferentemente internas al soporte.

Figura 1 - Ejemplos de tomas de tierra individuales para los SMHA

4.4 Toma de tierra continua entre soportes, mediante anillo equipotencial en cada soporte y dispersor horizontal (ver figura 2a)

En suelos de alta resistividad eléctrica y duros que no permiten el hincado: se puede emplear un conductor dispersor desnudo que acompañe las canalizaciones subterráneas dispuestas para los cables de alimentación, como toma de tierra puntual del soporte y como unión (conexión) equipotencial entre varios SMHA consecutivos.

A este conductor dispersor se debe conectar un anillo alrededor de cada soporte, dispuesto a 0,20 m de profundidad como máximo y a 0,80 m alrededor del soporte como máximo.

El conductor dispersor y el anillo se pueden realizar con un único conductor de 35 mm².

La puesta a tierra de cada SMHA se debe realizar con un CPT conectado al anillo, mediante un conector a compresión irreversible o mediante soldadura cuproaluminotérmica.

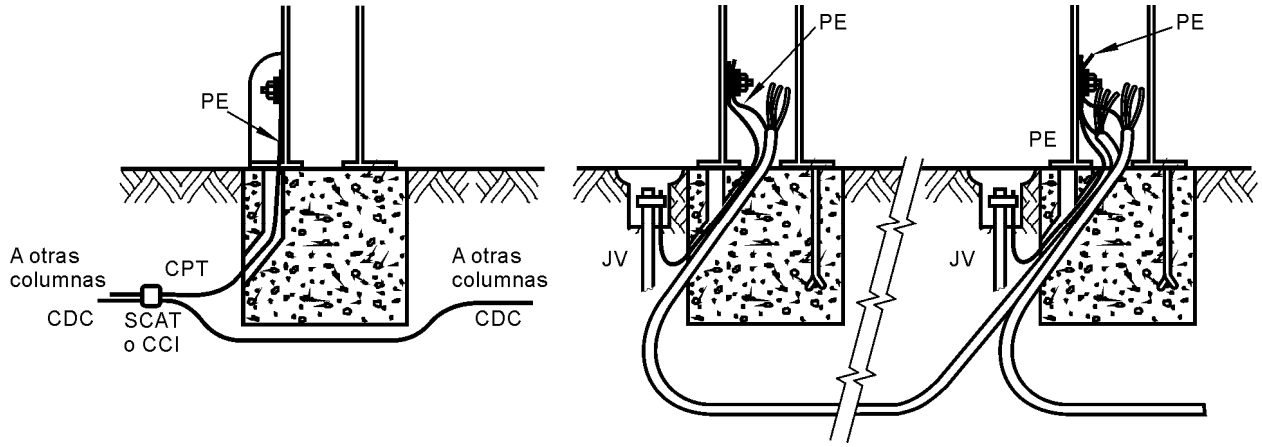
La sección mínima debe ser de 35 mm², 7 hilos, para los cables de cobre desnudo y para los cables de acero-cobre, que tienen la misma resistencia a la corrosión que los cables de cobre.

NOTA. En suelos de constatada agresividad hacia el cobre (por ejemplo con alto nivel de alcalinidad y presencia de humedad), se deben emplear jabalinas y conductores de acero galvanizado y se debe establecer una rutina de revisión de los electrodos. Además se debe considerar la corrosividad potencial o real del suelo o terreno hacia el acero enterrado (ver anexo A).

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

4.5 Tomas de tierra vinculadas, entre soportes con jabalinas (ver figura 2b)

Se puede emplear un conductor PE aislado, como vinculación entre las tomas de tierra puntuales de cada soporte consecutivo (acompañando las canalizaciones subterráneas dispuestas para los cables de alimentación).



a) Mediante un anillo y conductor dispersor colector (CDC)

b) Mediante toma de tierra común o vinculada

Referencias:

SCAT: Soldadura cuproaluminotérmica (unión soldada paralela).
JV: Jabalina vertical.
CCI: Conector a compresión irreversible.

Figura 2 - Ejemplos de tomas de tierra de SMHA vinculadas

5 ESQUEMAS DE PUESTA A TIERRA PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS SOPORTES

En las figuras 3 a 10 se dan ejemplos de instalaciones de soportes para uso eléctrico en la vía pública, en baja tensión, que se han adoptado considerando tres esquemas de puesta a tierra: TT, TN-C y TN-C-S de la IRAM 2379 o de la AEA 90364-3.

NOTA. No se aplican los esquemas de puesta a tierra de la AEA 90364-4-41, edición 2006.

En la tabla 1 se muestran estos ejemplos ordenados según las figuras 3 a 10. Las siglas indicadas en las figuras están tabuladas en la tabla 2.

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

Tabla 1 - Ejemplos de esquemas de puesta a tierra de instalaciones de soportes para uso eléctrico en la vía pública, en baja tensión

NOTA. Para las siglas ver la tabla 2

Ejemplo de las figuras	Esquema de puesta a tierra)	Puesta a tierra de:		Condiciones particulares que tienen que cumplir estas instalaciones de puesta a tierra	Comentarios
		La alimentación de energía en BT de la instalación o línea dedicada ID	Las masas (partes metálicas accesibles) de la instalación de ID		
3, 4a y 4b	**TT**	El neutro N está puesto a tierra en el centro de transformación (TDT-CT)	Cada uno de los soportes se conecta con el CPT a una TDT individual (ver figura 1)	Según la fila 3 de la tabla 2 de la IRAM 2281-3 / AEA 95501-3	Seguridad activa (**)
5	**TT** con TDT interconectadas		Cada uno de los soportes se conecta a través del conductor PE a cada TDT individual. El conductor PE no se une al neutro en el centro de transformación CT (ver figura 2)		
6a y 6b	**TN-C**	El neutro N está combinado con el conductor PE (conductor PEN) y está puesto a tierra en el centro de transformación (TDT- CT)	Los soportes son aislantes (se cumplen los requisitos de aislación clase II) y las masas de la instalación dedicada ID se conectan al conductor PEN	Según la fila 2 de la tabla 2 de la IRAM 2281-3 / AEA 95501-3	(*)
7a y 7b			Los soportes SMHA poseen toma de tierra TDT. El cable aéreo preensamblado y las luminarias cumplen los requisitos de aislación clase II en cada SMHA		
8, 9a y 9b	**TN-C-S** PEN distribuido en la red de distribución de energía eléctrica en BT y en la instalación dedicada ID	El neutro N está combinado con el conductor PE (conductor PEN) y está puesto a tierra en el centro de transformación CT (TDT-CT) y en cada SMHA	Cada uno de los soportes se conecta con un CPT a una TDT individual o vinculada (ver figuras 1 y 2) y también al conductor PEN		Seguridad activa y pasiva (**)
10	**TN-C-S** PEN distribuido en la red de distribución de energía eléctrica en BT	El neutro (conductor PEN) está puesto a tierra en cada SMHA	Cada uno de los soportes se conecta al conductor PEN y a tierra en forma local		

(*) El dispositivo de protección D del circuito de la instalación dedicada ID debe actuar, en forma selectiva, ante cualquier falla de la aislación a masa, en la instalación general, o no despejada por la protección D_1.

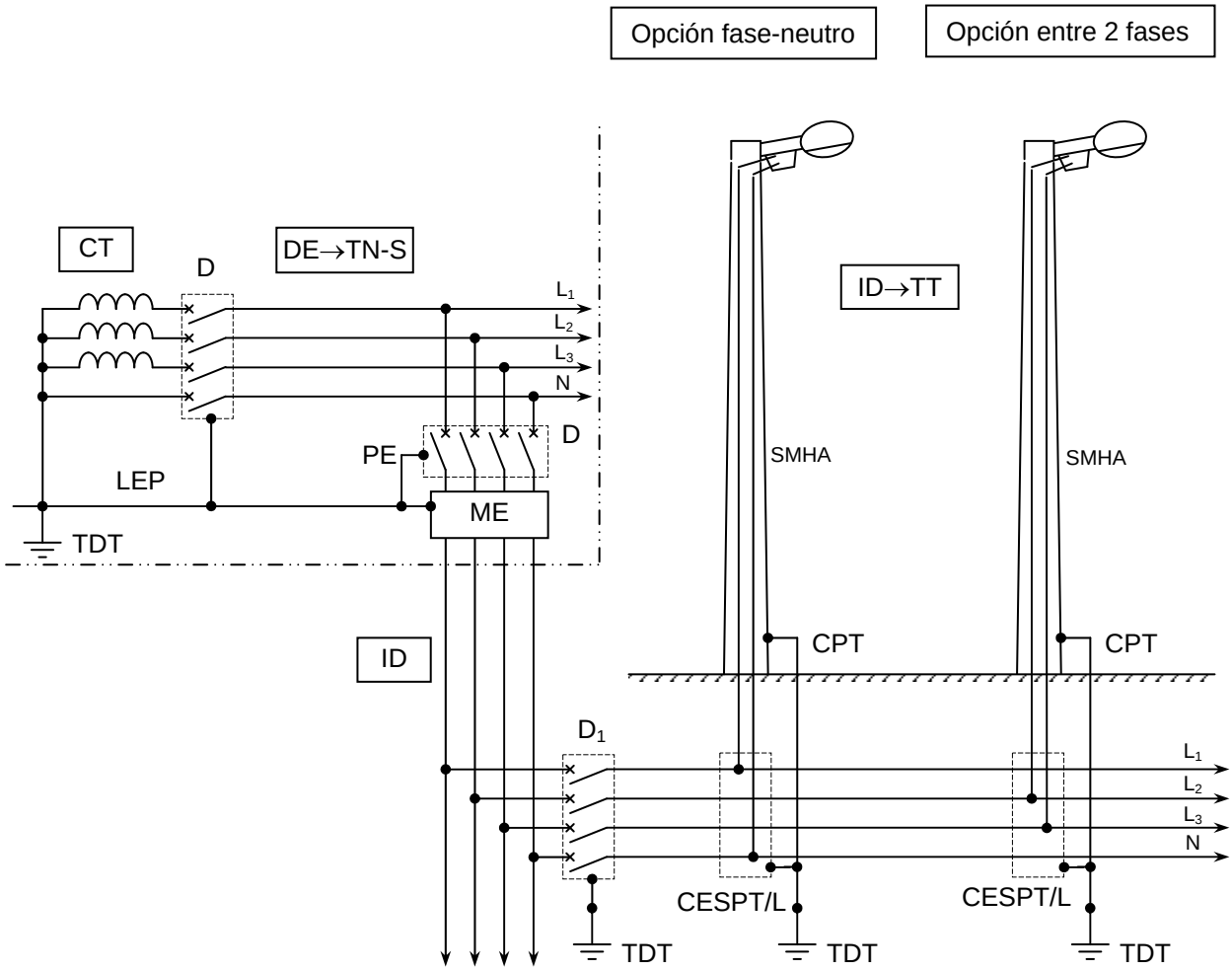
(**) Se entiende por seguridad activa cuando el control del potencial de contacto de las masas, depende de la apertura de la alimentación, por medio de aparatos (de corriente residual o sobre corriente) y pasiva cuando el potencial de contacto de las masas está limitado en forma permanente a un máximo de 50 V.

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

Tabla 2 - Significado de las siglas de las figuras 3 a 10

Siglas	Significado
ID	Instalación dedicada o línea dedicada
CESPT	Caja de empalme, seccionamiento y protección, a nivel en tablero del soporte
CESPL	Caja de empalme, seccionamiento y protección, en luminaria
SPA/L	Seccionamiento y protección, en acometida o luminaria
D	Dispositivo automático de interrupción
DE	Distribución de energía eléctrica en BT
LEP	Conexión (unión) equipotencial principal
L_1, L_2, L_3	Líneas (fases) de la red trifásica de BT
ME	Medición de energía (opcional)
N	Neutro de la red de BT
PE	Conductor de protección
CT	Centro de transformación
TDT	Toma de tierra
TT TN-C TN-C-S	Esquemas de puestas a tierra según IRAM 2379
SMHA	Soporte metálico o de hormigón armado

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

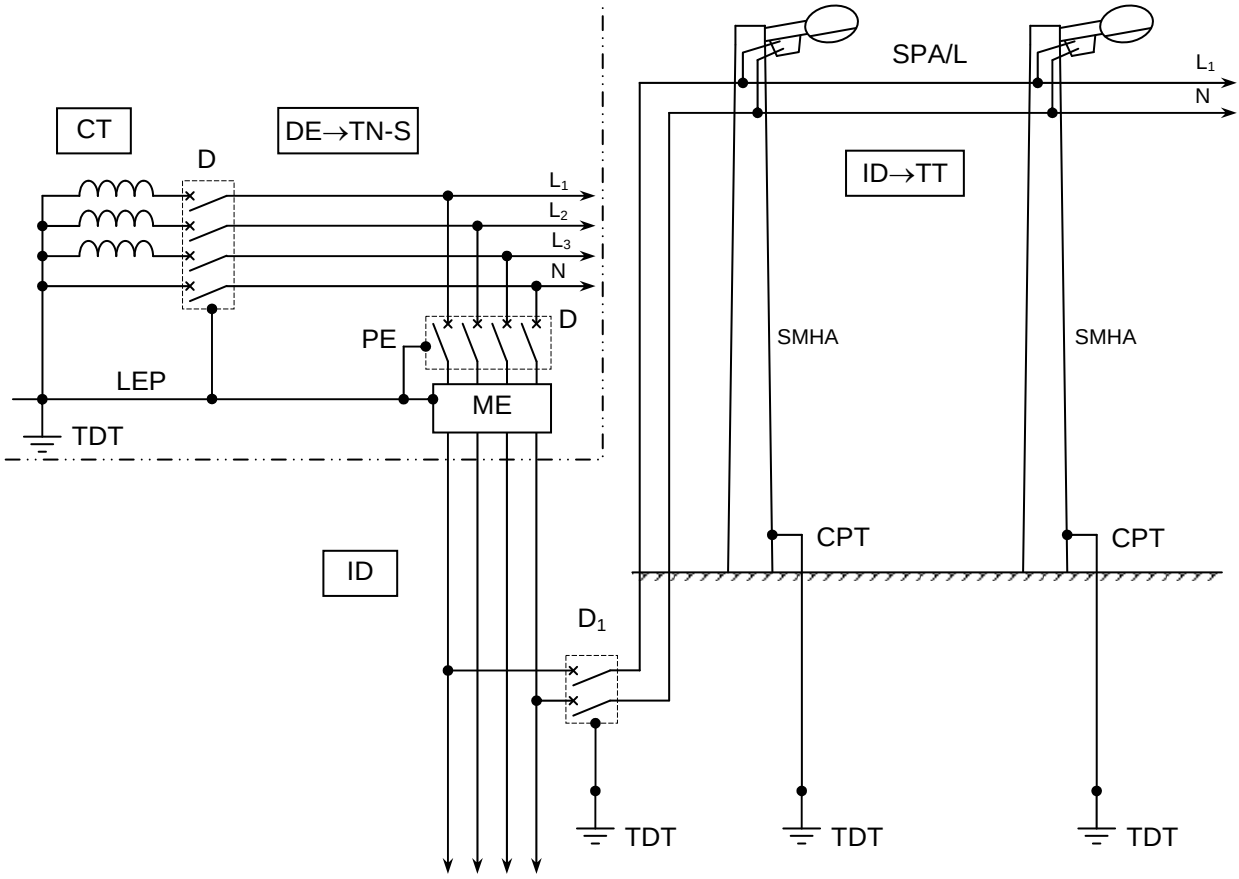


Referencia:

D_1: Dispositivo automático de interrupción con dispositivo de corriente residual (de fugas o fallas a tierra).

Figura 3 - Ejemplo de una instalación de soporte exterior alimentada en BT por un cable subterráneo con un esquema TT de puesta a tierra (IRAM 2379)

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

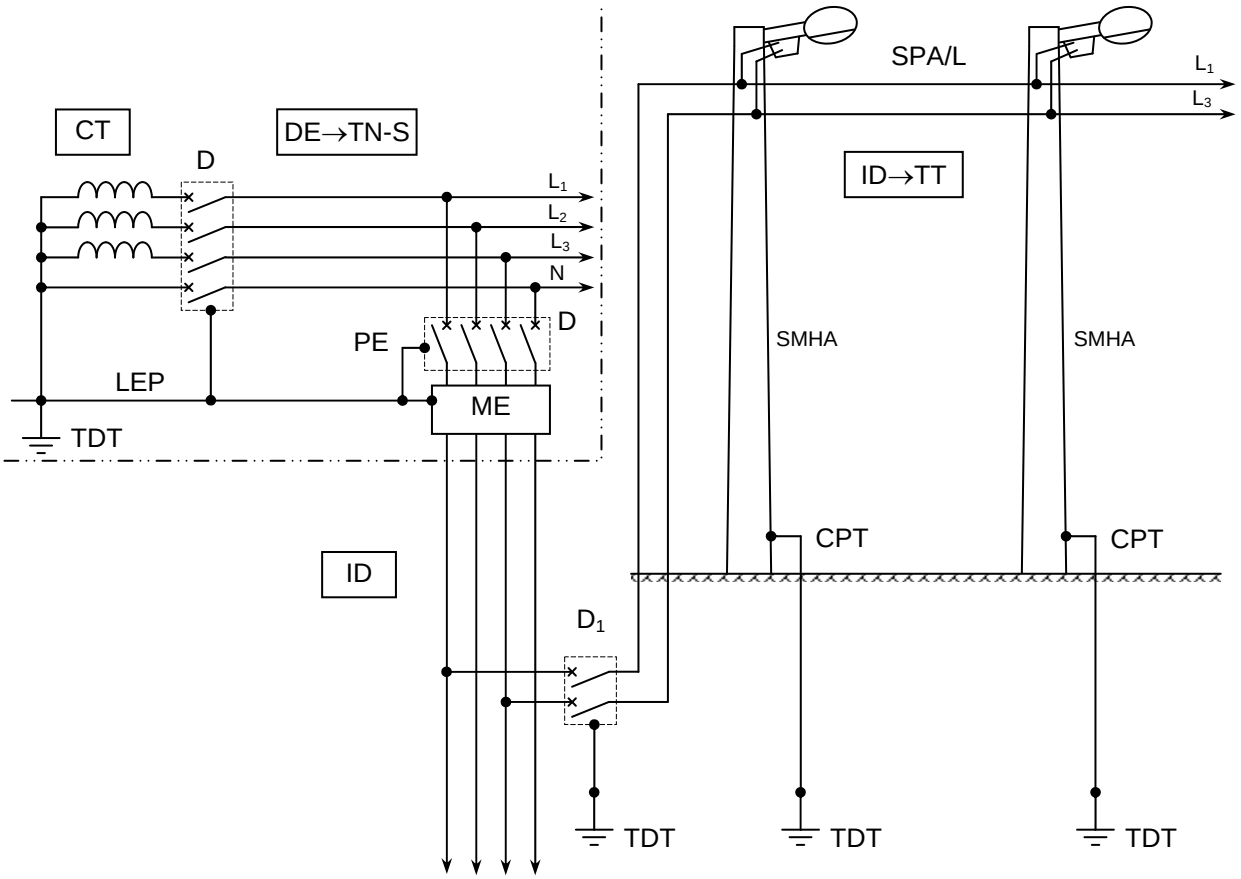


Referencia:

D_1: Dispositivo automático de interrupción con dispositivo de corriente residual (de fugas o fallas a tierra).

Figura 4a - Ejemplo de una instalación de soporte exterior alimentado en BT por un cable aéreo preensamblado con un esquema TT de puesta a tierra con alimentación monofásica (IRAM 2379)

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

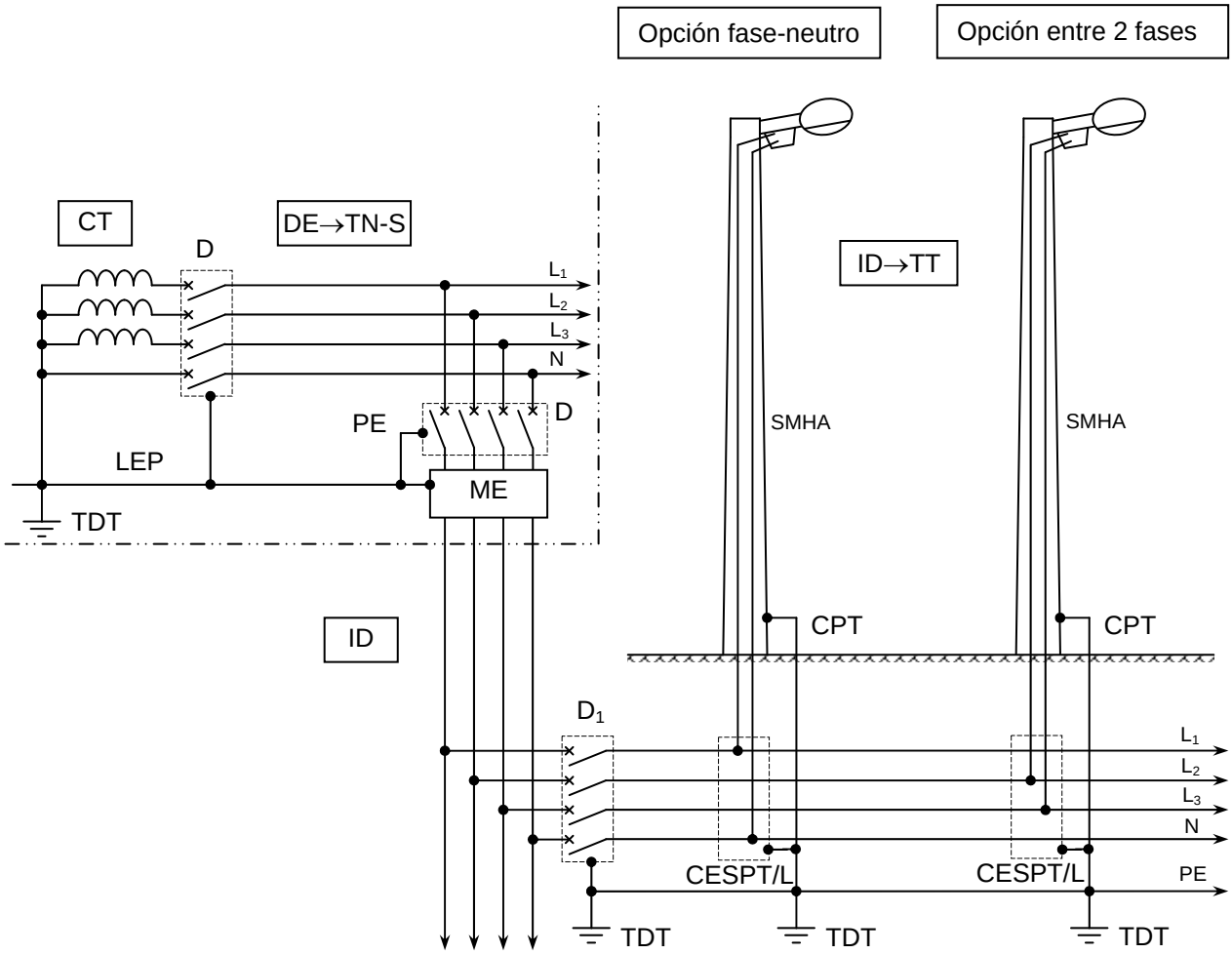


Referencia:

D_1: Dispositivo automático de interrupción con dispositivo de corriente residual (de fugas o fallas a tierra).

Figura 4b - Ejemplo de una instalación de soporte exterior alimentado en BT por un cable aéreo preensamblado con un esquema TT de puesta a tierra con alimentación entre dos fases (IRAM 2379)

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

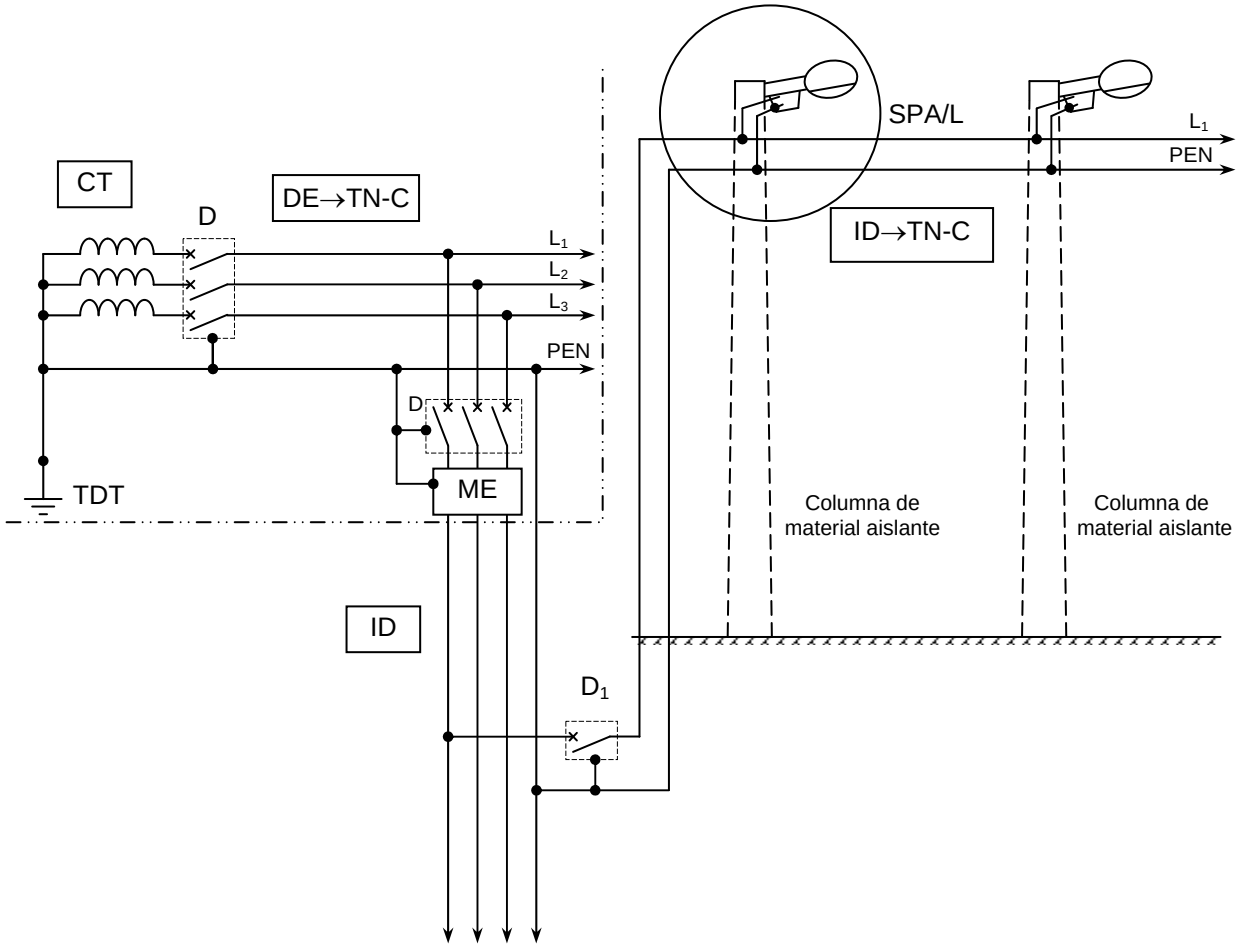


Referencia:

D_1: Dispositivo automático de interrupción con dispositivo de corriente residual (de fugas o fallas a tierra).

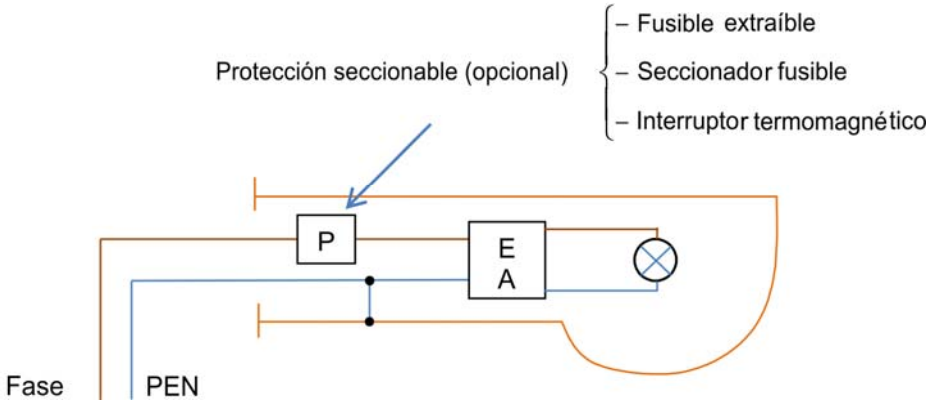
Figura 5 - Ejemplo de una instalación de soporte exterior alimentado en BT por un cable subterráneo con un esquema TT de puesta a tierra con TDT en cada soporte, interconectadas por un conductor PE

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.



Referencia:

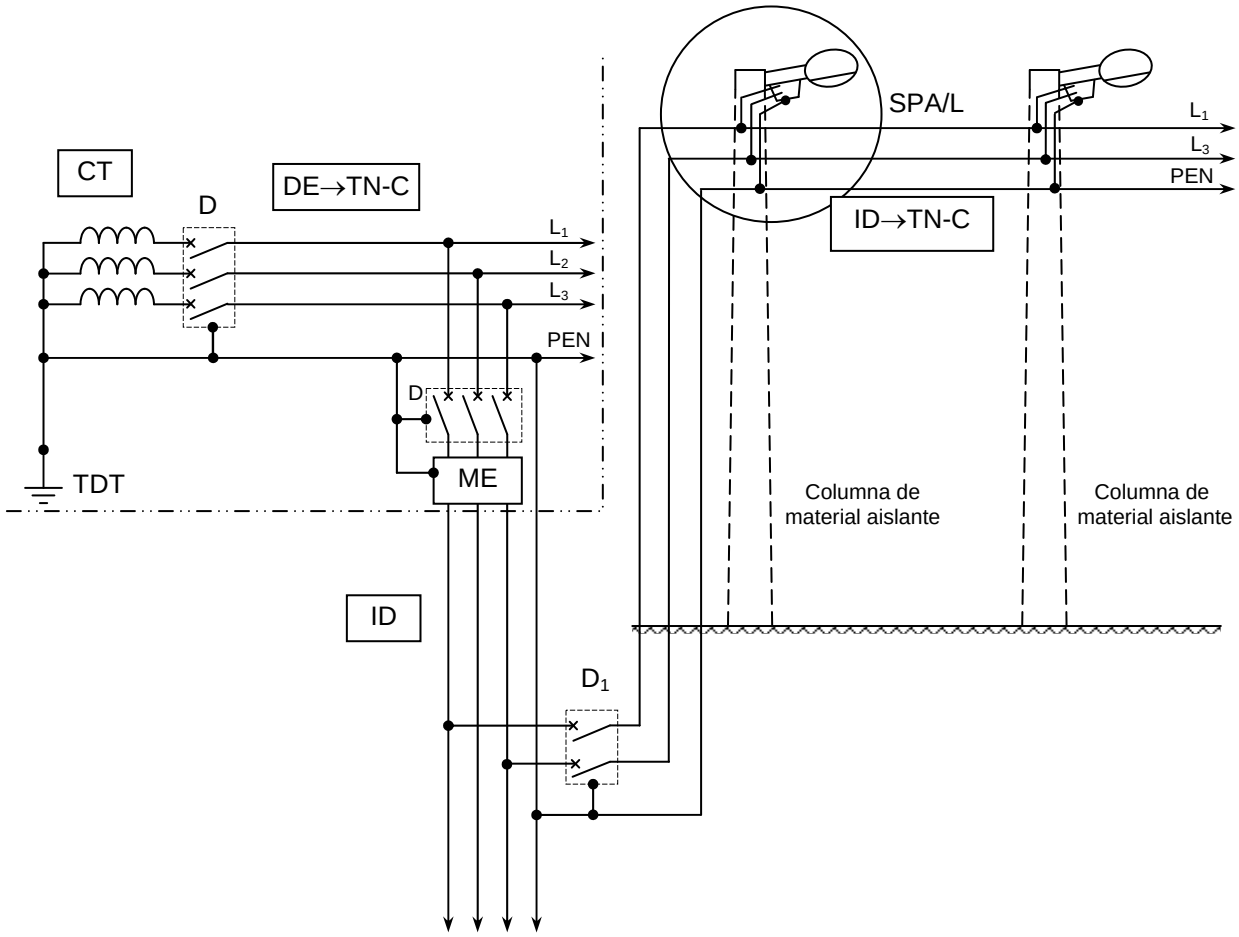
D_1: La corriente de actuación del I_d del dispositivo de interrupción D_1 debe cumplir con lo indicado en la tabla 2, fila 2 de la IRAM 2281-3.



Detalle de conexión de masa de la luminaria al conductor de protección y neutro (PEN)

Figura 6a - Ejemplo de una instalación de soporte exterior, que cumple los requisitos de aislación Clase II, alimentado en BT por un cable aéreo preensamblado con un esquema TN-C de puesta a tierra con alimentación monofásica (IRAM 2379)

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.



Referencia:

D_1: La corriente de actuación del I_d del dispositivo de interrupción D_1 debe cumplir con lo indicado en la tabla 2, fila 2 de la IRAM 2281-3.

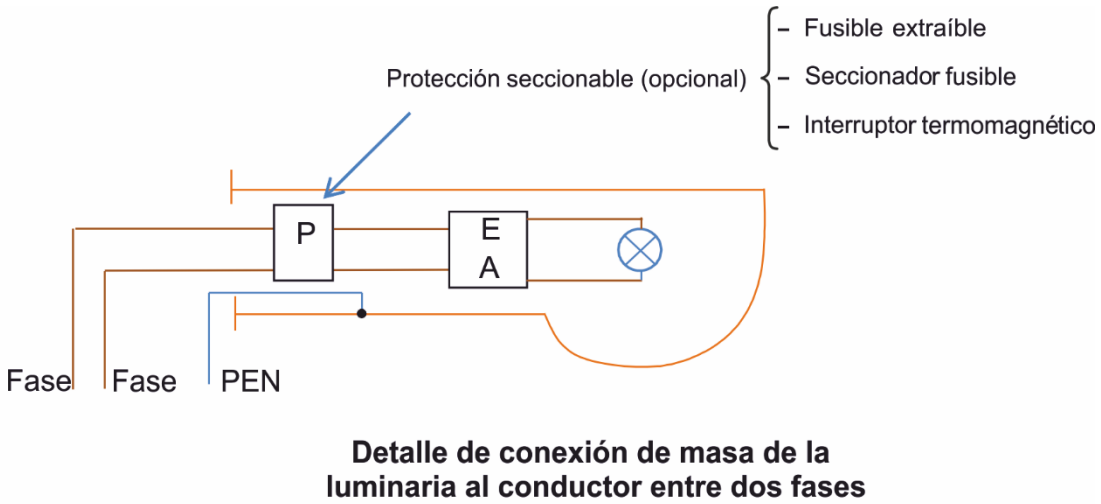
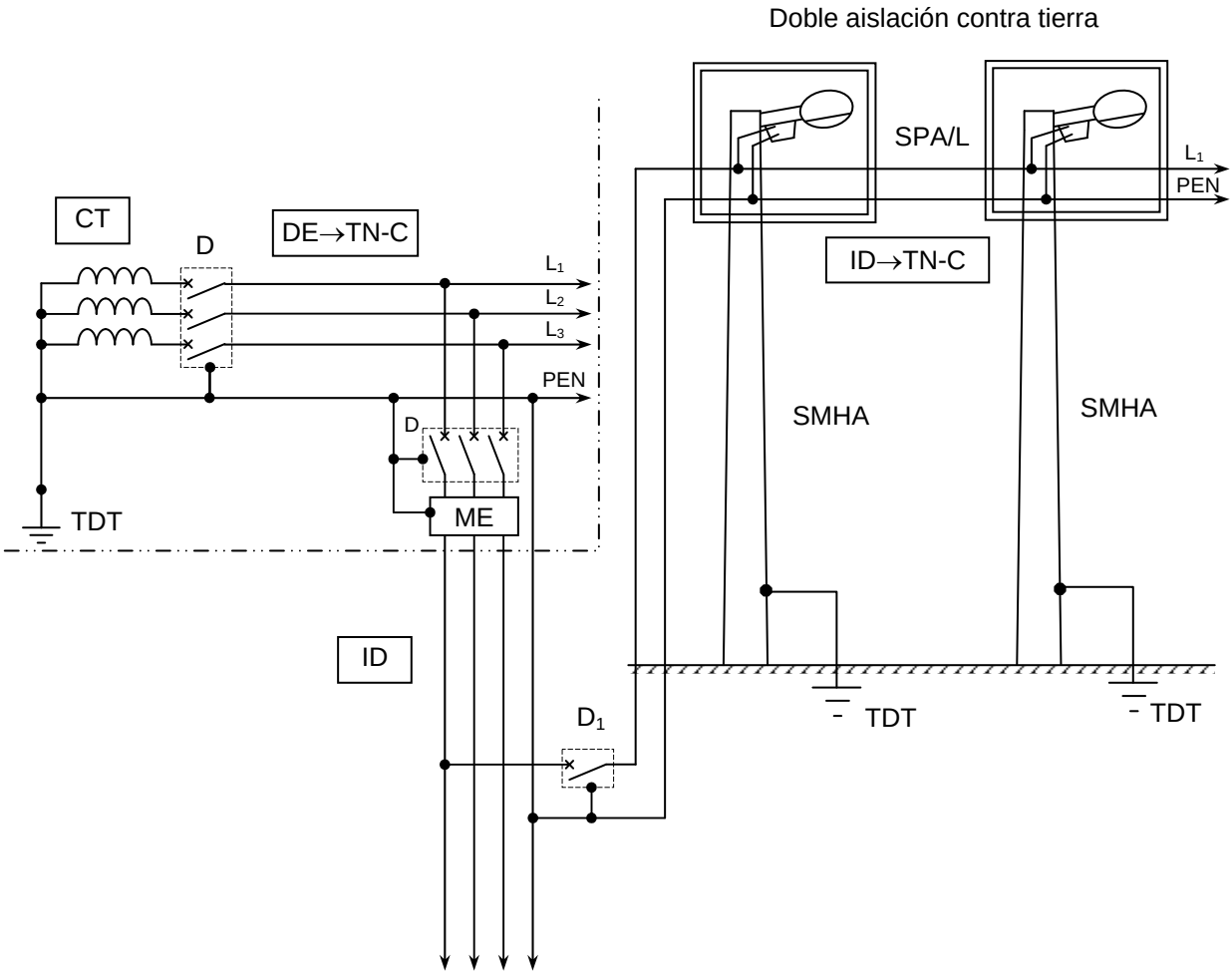


Figura 6b - Ejemplo de una instalación de soporte exterior, que cumple los requisitos de aislación Clase II, alimentado en BT por un cable aéreo preensamblado con un esquema TN-C de puesta a tierra con alimentación entre dos fases (IRAM 2379)

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

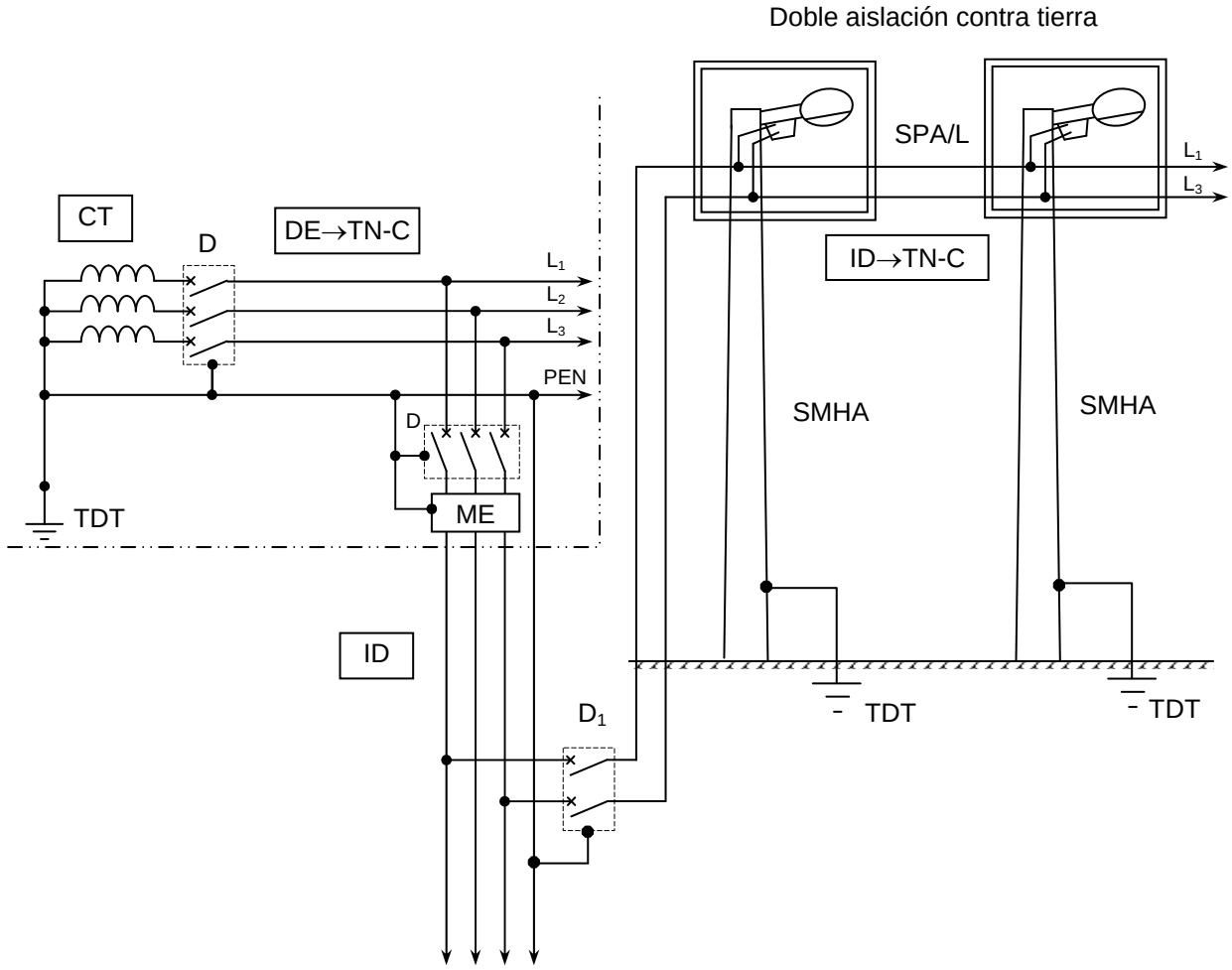


Referencia:

D_1: La corriente de actuación del I_d del dispositivo de interrupción D_1 debe cumplir con lo indicado en la tabla 2, fila 2 de la IRAM 2281-3.

Figura 7a - Ejemplo de una instalación de soporte exterior alimentado en BT por un cable aéreo preensamblado con un esquema TN-C de puesta a tierra. Alimentación monofásica. Se cumplen los requisitos de aislación Clase II en el cable aéreo y en la luminaria

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

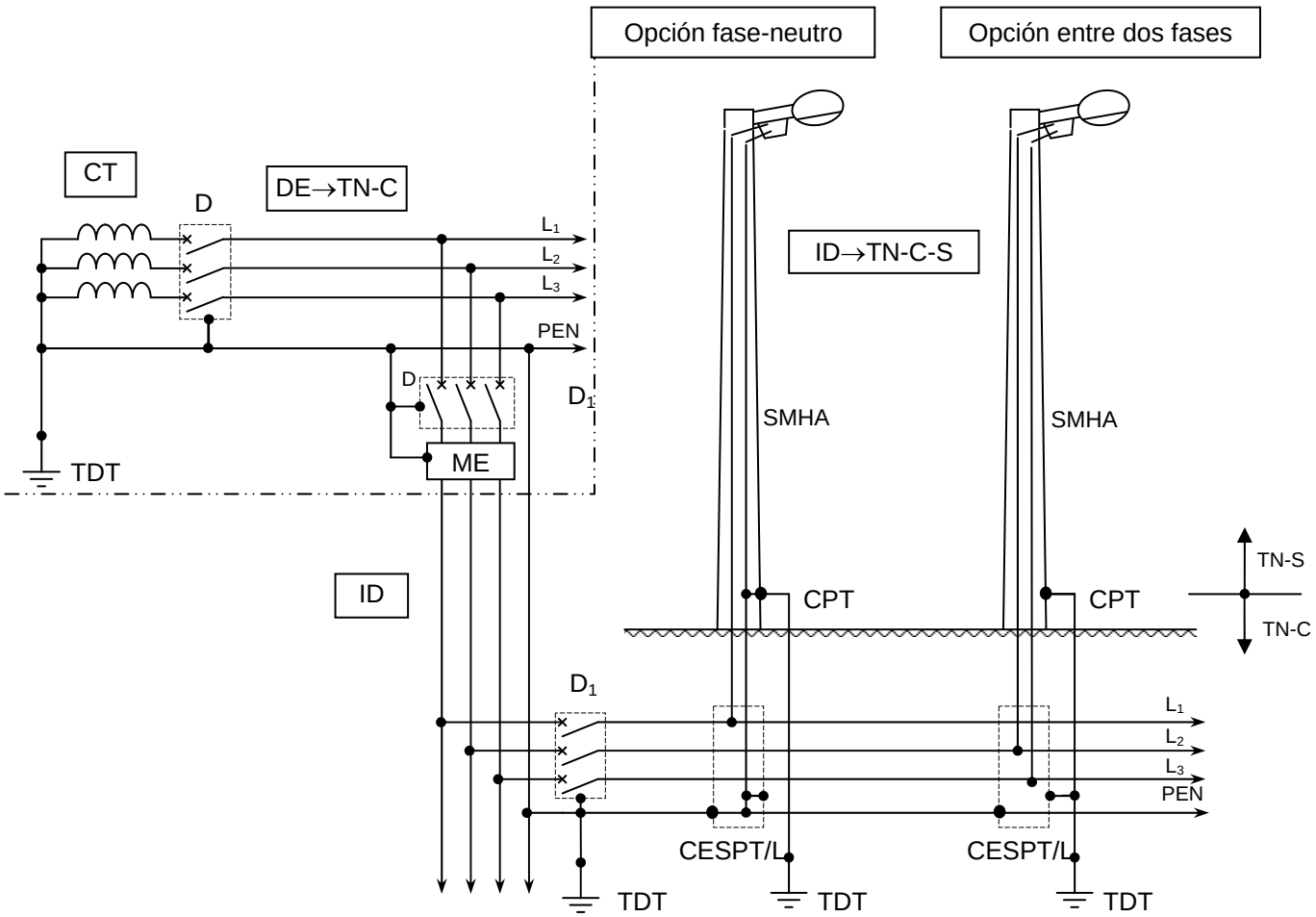


Referencia:

D_1: La corriente de actuación del I_d del dispositivo de interrupción D_1 debe cumplir con lo indicado en la tabla 2, fila 2 de la IRAM 2281-3.

Figura 7b - Ejemplo de una instalación de soporte exterior alimentado en BT por un cable aéreo preensamblado con un esquema TN-C de puesta a tierra. Alimentación entre dos fases. Se cumplen los requisitos de aislación Clase II en el cable aéreo y en la luminaria

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

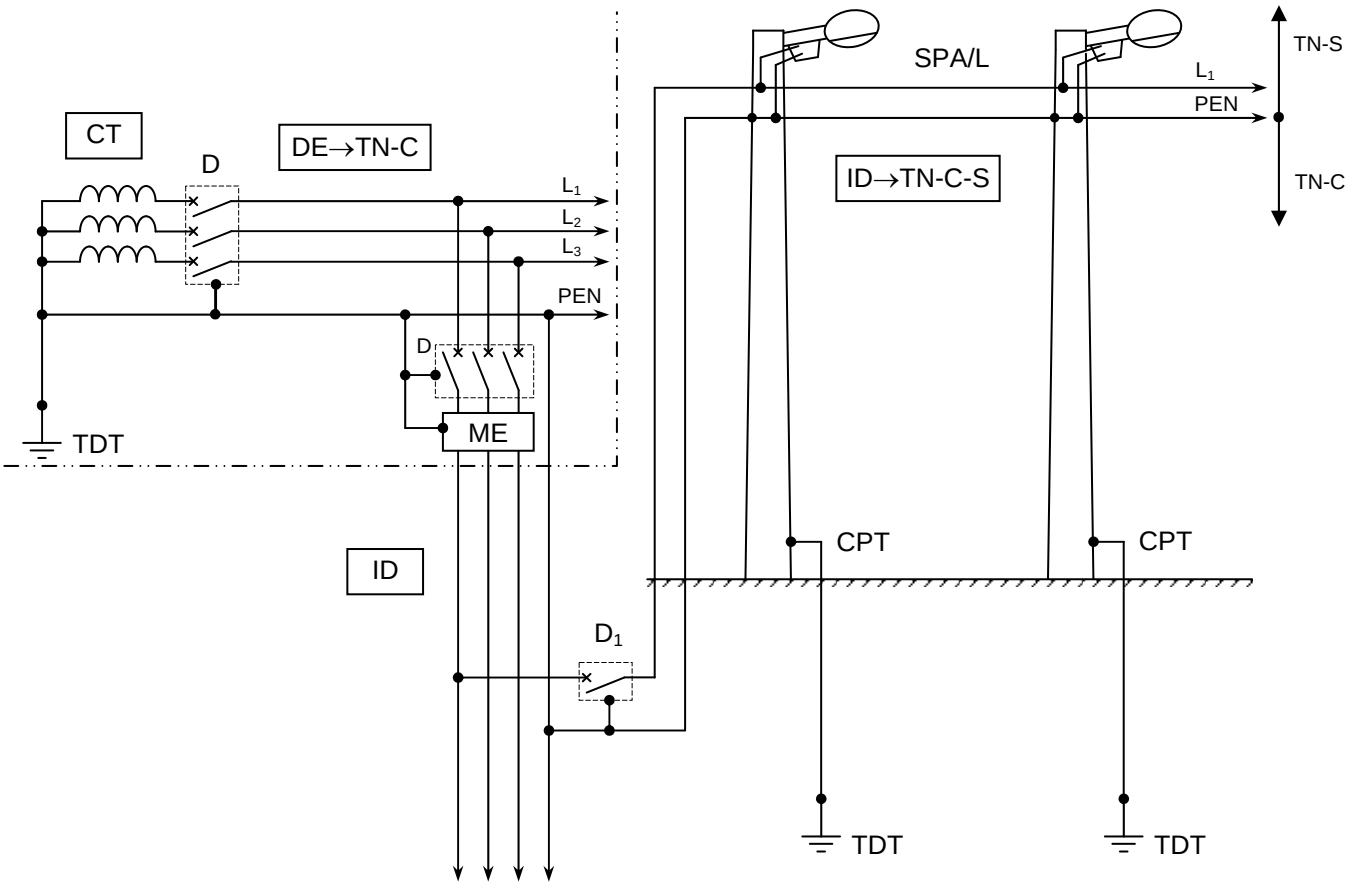


Referencia:

D_1: La corriente de actuación del I_d del dispositivo de interrupción D_1 debe cumplir con lo indicado en la tabla 2, fila 2 de la IRAM 2281-3.

Figura 8 - Ejemplo de una instalación de soporte exterior alimentado en BT por un cable subterráneo con un esquema TN-C-S, con puesta a tierra local

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

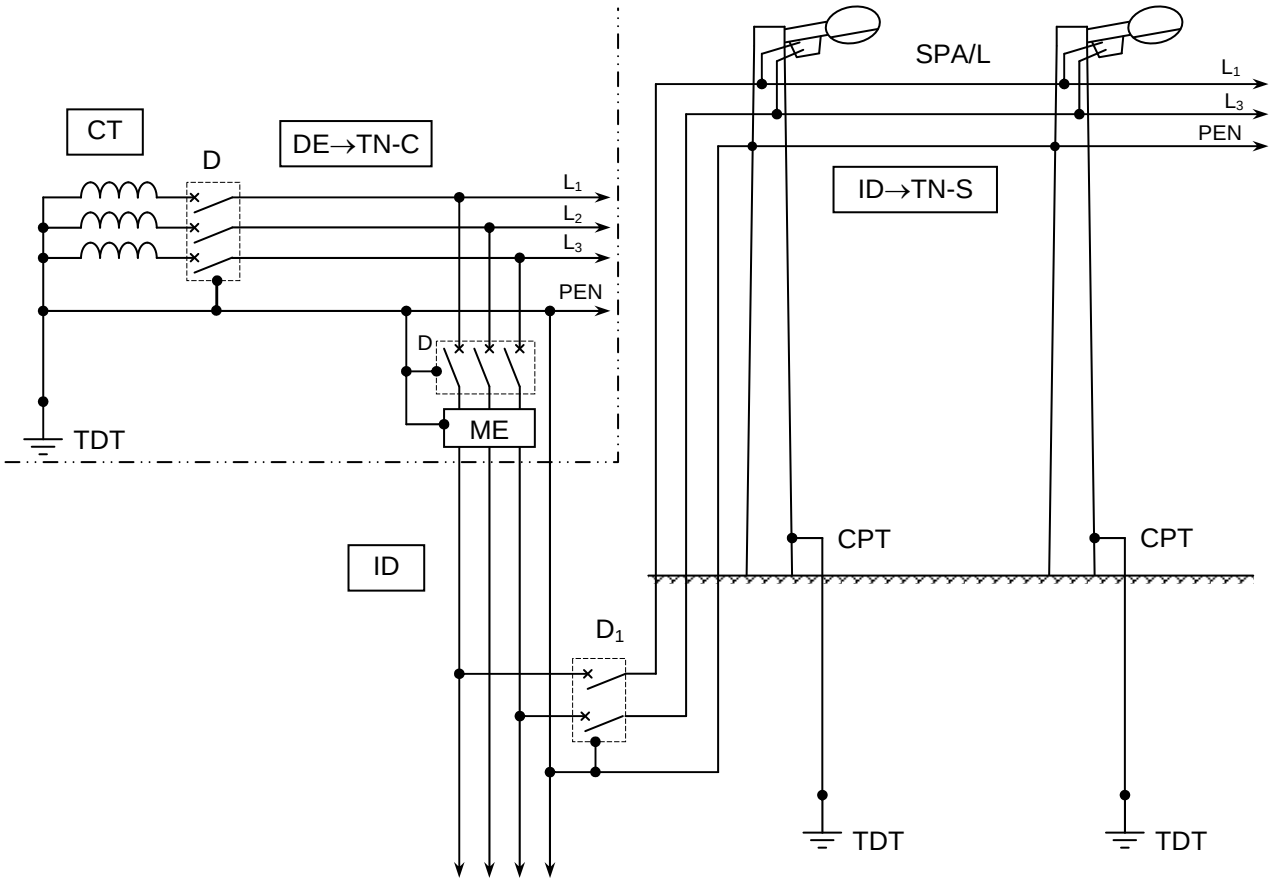


Referencia:

D_1: La corriente de actuación del I_d del dispositivo de interrupción D_1 debe cumplir con lo indicado en la tabla 2, fila 2 de la IRAM 2281-3.

Figura 9a - Ejemplo de una instalación de soporte exterior alimentado en BT monofásica por un cable aéreo preensamblado con un esquema TN-C-S, de puesta a tierra local (IRAM 2379)

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.



Referencia:

D_1: La corriente de actuación del I_d del dispositivo de interrupción D_1 debe cumplir con lo indicado en la tabla 2, fila 2 de la IRAM 2281-3.

Figura 9b - Ejemplo de una instalación de soporte exterior alimentado en BT entre dos fases por un cable aéreo preensamblado con un esquema TN-C-S, de puesta a tierra local (IRAM 2379)

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

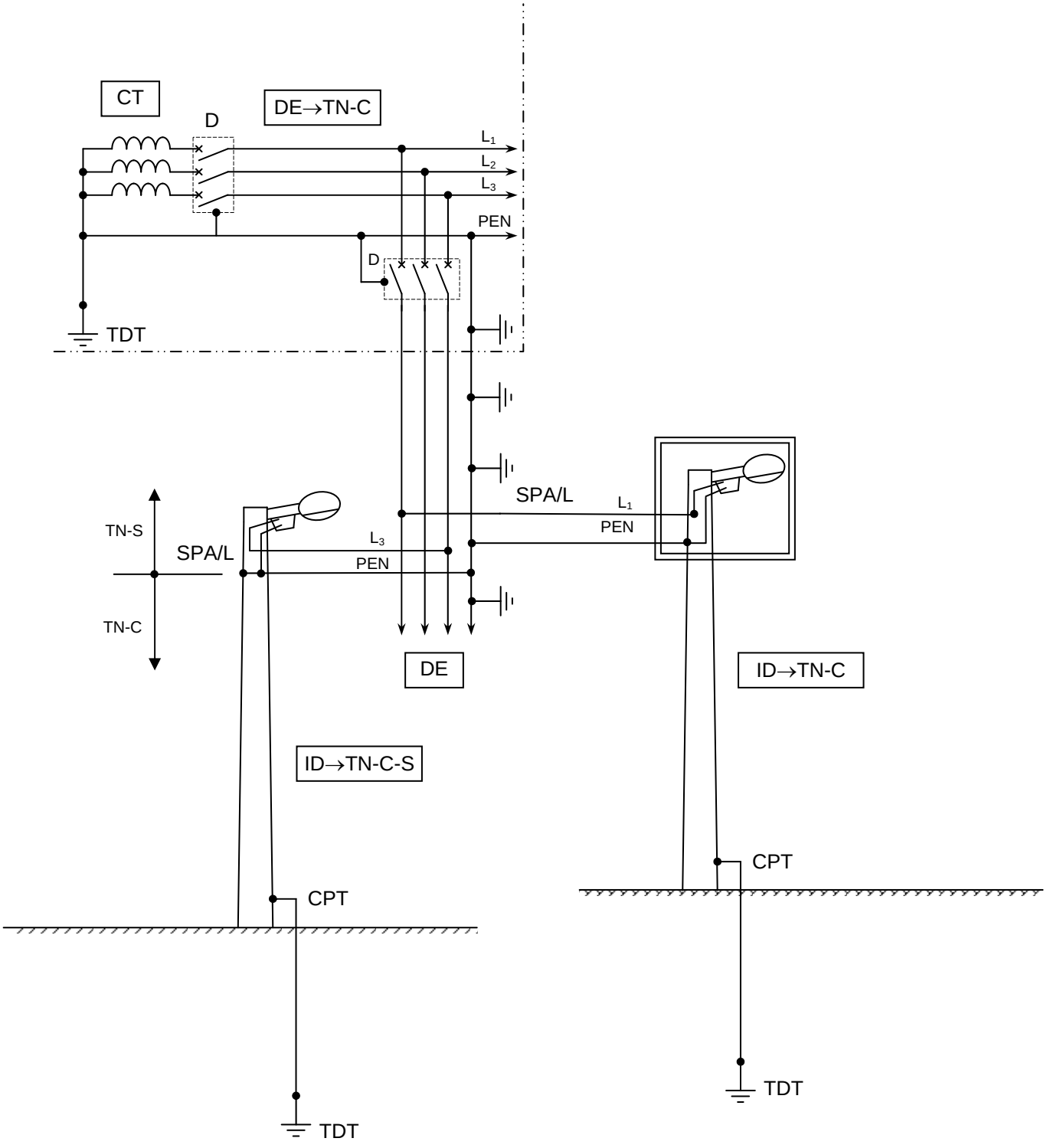


Figura 10 - Ejemplo de una instalación de soporte exterior alimentado en BT desde la red aérea de distribución de energía eléctrica en BT, con un esquema TN-C-S, con puesta a tierra local

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

Anexo A
(Informativo)

Resistencia a la corrosión de algunos materiales metálicos de electrodos de puesta a tierra en función de los parámetros del suelo donde estarán enterrados

Parámetros del suelo donde está enterrado el electrodo	Material del electrodo (*)			Corrosividad presunta del suelo hacia el electrodo enterrado, según los parámetros del suelo
	Acero dulce	Acero cincado (galvanizado)	Cobre	
Resistividad eléctrica (Ωm):				La resistividad eléctrica da una indicación de la corrosividad del suelo en condiciones AIREADAS
- menor de 7	D	C	B	
- de 7 a 40	C	C	B	
- mayor de 40	A	A	A	
Potencial REDOX (mV):				El potencial REDOX indica el riesgo de corrosión a causa de la presencia de BACTERIAS ANAEROBIAS en el suelo
- mayor de 400	A	A	A	
- de 200 a 400	B	B	B	
- menor de 200	D	D	C	
Humedad relativa en %:				La humedad relativa del suelo está vinculada con la resistividad eléctrica y el contenido de sales disueltas del suelo
- mayor de 80	B	B	B	
- de 10 a 80	C	C	B	
- menor de 10	A	A	A	
Sales disueltas en el suelo:	C	C	C	El carbonato de sodio en el suelo reduce la tasa de corrosión del metal enterrado. Atención a los efectos de las sales y cloruros
Cloruros disueltos en el suelo:	C	C	C	
pH:				Atención al efecto del *suelo ácido* (pH < 6) hacia el cobre y los otros materiales
- *ácido*: pH menor de 6	C	C	C	
- *neutro*: pH de 6 a 8	A	A	A	
- *alcalino*: pH mayor de 8	B	C	B	
Ácidos orgánicos:	C	C	D	Atención al efecto adverso de los ácidos orgánicos del suelo hacia el cobre

(*) Significado de las letras:

A = el suelo no afecta a la resistencia a la corrosión del material en la mayoría de los casos.

B = el suelo afecta levemente a la resistencia a la corrosión.

C = el suelo afecta a la resistencia a la corrosión.

D = el suelo reduce notablemente la resistencia a la corrosión.

NOTA. Bibliográfica. Versión de la tabla 7 de BS7430:1991 del capítulo 11 y su apartado 11.2.

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

Anexo B
(Informativo)

Bibliografía

En la revisión de esta norma se han tenido en cuenta los antecedentes siguientes:

IRAM - INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACION Y CERTIFICACIÓN
IRAM 2281-8:2008 - Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Parte 8 - Puesta a tierra de columnas, de torres y de otros sistemas de alumbrado exterior. Código de práctica.

Datos aportados por los integrantes del Subcomité de Puesta a Tierra

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

Anexo C
(Informativo)

Integrantes de los organismos de estudio

La revisión de esta norma ha estado a cargo de los organismos respectivos, integrados en la forma siguiente:

Subcomité de Puesta a tierra (Conjunto AEA IRAM)

Integrante	**Representa a:**
Ing. Juan Carlos ARCIONI	INTEGRANTE ESPECIALISTA
Ing. Ariel BIANCHI	TOTAL AUSTRAL S.A.
Ing. Héctor BLANCO	CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIÓN, ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN (COPITEC)
Ing. Gustavo Luis CAPO	ASOCIACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA SEGURIDAD ELÉCTRICA (APSE)
Ing. Carlos GARCÍA DEL CORRO	ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA (AEA)
Ing. Jorge GIMÉNEZ	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (UTN) - FACULTAD REGIONAL DE HAEDO / INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS PARA LA DEFENSA (CITEDEF)
Ing. Raúl GONZÁLEZ	EDENOR S.A.
Ing. Ricardo GRUNAUER	INSTELEC S.R.L.
Ing. Ernesto KISIELEWSKY	EDENOR S.A.
Ing. Daniel LEUZZI	ASOCIACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA SEGURIDAD ELÉCTRICA (APSE)
Ing. Daniel PEPE	TOTAL AUSTRAL S.A.
Ing. Jorge PUJOLAR	ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA (AEA)
Ing. Ángel REYNA	ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA (AEA)
Ing. Edgardo VINSON	EDENOR S.A
Sr. Juan Rafael ZABALA	JUAN R. ZABALA Y ASOCIADOS S.R.L.
Ing. Salvador D. CARMONA	IRAM

Comité General de Normas (C.G.N.)

Integrante

Ing. Juan C. ARCIONI
Ing. Roberto BARNEDA
Ing. Jorge GIMÉNEZ
Dr. Mario PECORELLI
Ing. Armando BIANCHI

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.

ICS 29.260.10; 93.080.40
* CNA 0000

* Corresponde a la Clasificación Nacional de Abastecimiento asignada por el Servicio Nacional de Catalogación del Ministerio de Defensa.

Licenciado por IRAM a aGUSTIN YANZON
Orden: TviaCXsx del 14/06/2019 - Licencia monousuario. Prohibido su copiado y uso en redes.